

**XVI CONGRESSO DE
EDUCAÇÃO FÍSICA DE
VOLTA REDONDA 2025**
ESPORTE PARA TODA A VIDA



Lactato proveniente do exercício físico como modulador cerebral para melhora da cognição

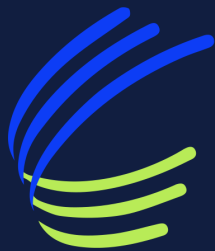
Douglas de Amorim Gomes; 0009-0004-0804-7564
Stephan Pinheiro Frankenfeld; 0000-0001-9696-520X

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
Douglas_150896@hotmail.com (contato principal)

Resumo

Em nossa sociedade moderna constata-se através da literatura que o déficit de sono, má alimentação e estímulos dopaminérgicos rápidos no ser humano pode diminuir suas capacidades cognitivas ditas quais memória, atenção, flexibilidade cognitiva e controle inibitório, levando assim a uma retro alimentação que reforçam esses comportamentos. O exercício físico é um fator significativo na diminuição desse padrão comportamental através de marcadores fisiológicos específicos afim de minimizar futuras perdas cognitivas. Dito isso, o lactato proveniente de exercício físico era visto como apenas um subproduto da via anaeróbica, mas estudos recentes mostram que ele é um forte sinalizador para diversas funções do corpo humano. No cérebro é onde sua atuação se faz como ponto chave deste trabalho, podendo regular diversos mecanismos fisiológicos neurais e energéticos que podem melhorar diversas funções cerebrais em várias partes do cérebro. Esta revisão contou com a análise de 20 artigos incluindo meta-análises, ensaios clínicos e revisões afim de justificar a importância do exercício físico, especificamente por via do lactato, para o cérebro. Os resultados encontrados foi que o lactato é extremamente necessário para o cérebro como suporte energético e regulador de glutamato na fenda sináptica, estudos posteriores são necessários para que as variáveis alimentação e sono sejam incluídas.

Palavras-chave: Lactato. Exercício. Cérebro. Cognição.

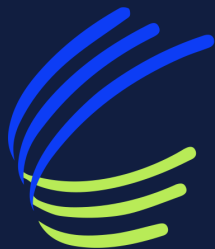


INTRODUÇÃO

O Lactato é considerado um subproduto da glicólise e, em menor quantidade, da via aeróbica e também um dos mecanismos de fadiga que impossibilita a manutenção da contração muscular, bem como o aumento da serotonina em detrimento da dopamina (Rabelo, 2024) no cérebro que regulam eixos de motivação e excitabilidade (Davis and Bailey, 1997)

Para além dos mecanismos de fadiga, o lactato também pode ser uma alternativa à glicose na formação de energia no metabolismo energético cerebral podendo ser o principal substrato energético para o cérebro em situações de privação de oxigênio e glicose (Magistretti and Allaman, 2018), visto que os neurônios podem ser capazes de captar lactato através das mitocôndrias (Magistretti, P. J., & Allaman, I. 2015). Constatou-se também que há um armazenamento de ácidos graxos nos oligodendrócitos como reserva energética que possibilita essa região fornecer suprimento de energia à substância branca no cérebro (Asadollahi et. al., 2014). Temos o lactato também como um principal sinalizador através de um receptor GPR81 que modula a apoptose, vias de sobrevivência celular (Lambertus et. al., 2021; Morland et. al., 2017), vascularização e angiogênese (Sun et. al., 2019; Gordon et. al., 2008; Zhou et. al., 2018), e inflamação (Ranganatham et. al., 2018).

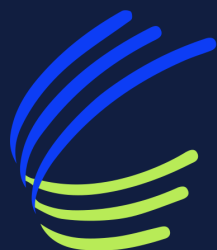
Com a capacidade que o cérebro tem de captar glicose tanto através dos astrócitos quanto de forma direta, e captar lactato através das ANLS (Teoria da lançadeira de Lactato astrócito-neurônio) (Pellerin and Magistretti, 1994) pode ter um desfecho maior resultando no bem estar, condições fisiológicas e saúde mental dos indivíduos através do exercício físico (Di Liegro et. al., 2019; Baker et. al., 2010). Os mecanismos por trás desses benefícios são neurogênese, sinaptogênese, angiogênese e redução do estresse oxidativo (Chen et al., 2016). Junto a isso, possui a capacidade de modular determinadas regiões do cérebro responsáveis como núcleo accumbens, região esta responsável pelo comportamento motivado (Soares-Cunha et. al., 2016) que é o que dita nossas ações em busca de uma recompensa. Na obtenção dessa recompensa pode gerar uma satisfação crônica ou aguda, podendo sugerir uma melhora no quadro de humor e qualidade de vida pela percepção de auto eficácia.



Os benefícios descritos acima só poderiam ocorrer, tal qual o objetivo desse trabalho, se o lactato fosse transportado por transportadores de monocarboxilatos no cérebro (Pierre and Pellerin, 2005), e também ultrapassa a barreira hematoencefálica via difusão facilitada (Halestrap and Wilson, 2012) podendo alterar na neuro energética. O Lactato no hipocampo medeia a expressão de BDNF (Fator Neutrónico Derivado do Cérebro) que além de atrasar a doença de Alzheimer em indivíduos que possuem esse genótipo (Chen et al., 2016), aumenta a plasticidade neural, melhora da memória e da aprendizagem (Hayek et. al., 2019). Na presença da insulina e também de IGF-1 (Fator de crescimento semelhante a insulina 1) através de uma cascata de reações, aumentam a quantidade de receptores MCT2 (Chenal and Pellerin, 2008) responsáveis por fazer essa captação do lactato plasmático para o cérebro e funcionando como mediador de glutamato. O glutamato no cérebro é um importante neurotransmissor que é liberado na fenda sináptica em “quanta”, ou seja, pacotes fechados de glutamato por um mecanismo dependente do influxo de CA^+ . Esse aminoácido livre é o mais abundante no sistema nervoso central e é responsável por diversas funções cerebrais como cognição, memória, aprendizado, plasticidade neural (McEntee and Crook, 1993; Danbolt, 2001).

MÉTODOS

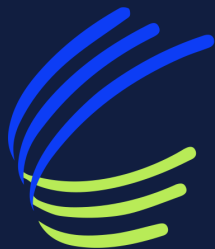
Esse trabalho contou com a pesquisa em bases de dados Scielo, Pubmed, PNAS, ScienceDirect e Nature em português e inglês por meio dos seguintes descritores Lactato, Cognição, Exercício combinados entre si. Foram selecionados também alguns artigos chave selecionados a partir de outros artigos e, para elucidação melhor do entendimento, algumas pesquisas em livros selecionados a partir do seu valor informativo. Os critérios de exclusão e inclusão foram artigos dos anos entre 1993 e 2024. As limitações que esse trabalho apresenta é não elucidar melhor a relação entre cognição com sono e alimentação. Esse trabalho foi realizado com base em 20 artigos publicados dentre eles revisões de literatura, ensaios clínicos e meta-análises onde 6 deles descritos na tabela abaixo foram chave para a construção deste artigo.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela apresentada abaixo mostra artigos importantes para a construção da ideia de que o Lactato pode ser um modulador crucial para o bom funcionamento cognitivo.

Artigo	Objetivo	Tipo	Citações	Resultados
Davis and Bailey, 1997	Esclarecer melhor como as influências do SNC afetam a fadiga	Meta Análise	153	Serotonina como mecanismo de fadiga central.
McEntee and Crook, 1993	Mostrar a influência do glutamato na memória	Revisão	126	Glutamato como principal aminoácido excitatório no cérebro capaz de melhorar aprendizagem e memória
Halestrap and Wilson, 2012	Elucidação dos Transportadores de monocarboxilatos	Revisão	558	MCT1 responsável pelo transporte de Lactato através da barreira Hematoencefálica via difusão facilitada
Morland et. al., 2017	Demonstrar que uma substância liberada pelo exercício do músculo esquelético induz efeitos de suporte no cérebro	Meta Análise	228	Lactato induz angiogênese via receptor de Lactato
Chenal and Pellerin (2008)	Verificar o aumento da expressão de MCT2 através da insulina e IGF-1	Ensaio Clínico	73	Insulina como aumento de MCT2 a nível translacional disponibilizando mais substrato energético não glicídicos pro cérebro

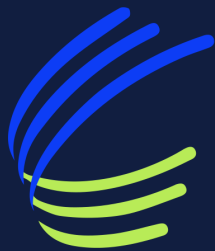


Soares-Cunha et. al., (2016)	Estriado como área cerebral responsável não somente pelo comportamento motivado mas media o comportamento valenciado.	Revisão	55	Núcleo Accumbens como região responsável pelo comportamento motivado
------------------------------	---	---------	----	--

Diante do que já foi elucidado pela literatura temos o lactato sendo produto final da glicólise em caso de alguma atividade física. Sendo assim, o lactato após cumprir seu papel de agente receptor de íons H^+ se desloca para a corrente sanguínea aumentando sua concentração plasmática. Halestrap and Wilson, 2017 introduz a ideia de que esse lactato pode ultrapassar a barreira hematoencefálica através do transportador de monocarboxilato 2 (MCT2) e ser usado como substrato energético no encéfalo. Diante disso, as repercussões são diversas como a modulação do núcleo accumbens de Soares-Cunha, 2016 responsável pelas nossas decisões diárias nas mais simples decisões tomadas. Além disso, há agentes potencializadores como o aumento de MCT2 a nível translacional com o aumento da insulina e IGF-1 como pressupõe Chenal and Pellerin, 2008, isso aumenta a captação de lactato para o encéfalo disponibilizando ainda mais substrato energético. Outro agente potencializador é como comprova McEntee and Crook, 1993, onde o glutamato é o principal neurotransmissor excitatório no neurônio pré sináptico sendo regulado pelo lactato, glutamato esse que, em níveis adequados, é capaz de melhorar a memória e aprendizagem do praticante de atividade física.

CONCLUSÕES

O lactato visto de uma perspectiva como agente modulador cerebral pode trazer inúmeros benefícios para o indivíduo que pratica atividade física. Além disso, o praticante pode se beneficiar diretamente de atividade física tanto na questão estética quanto na melhora em parâmetros neuropsicológicos como memória, plasticidade neural e flexibilidade cognitiva.



Mais trabalhos precisam ser analisados para uma melhor elucidação em concomitância à alimentação e sono, haja vista que são fatores que não podem ser analisados isoladamente nem hierarquicamente.

REFERÊNCIAS

Asadollahi, E., Trevisiol, A., Saab, A. S., Looser, Z. J., Dibaj, P., Ebrahimi, R., ... & Nave, K. A. (2024). Oligodendroglial fatty acid metabolism as a central nervous system energy reserve. *Nature neuroscience*, 27(10), 1934-1944.

Baker, J. S., McCormick, M. C., & Robergs, R. A. (2010). Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. *Journal of nutrition and metabolism*, 2010, 905612.

Chen, W. W., Zhang, X., & Huang, W. J. (2016). Role of physical exercise in Alzheimer's disease. *Biomedical reports*, 4(4), 403–407.

Chenal, J., Pierre, K., & Pellerin, L. (2008). Insulin and IGF-1 enhance the expression of the neuronal monocarboxylate transporter MCT2 by translational activation via stimulation of the phosphoinositide 3-kinase–Akt–mammalian target of rapamycin pathway. *European Journal of Neuroscience*, 27(1), 53-65.

Danbolt N. C. (2001). Glutamate uptake. *Progress in neurobiology*, 65(1), 1–105.

Davis, J. M., & Bailey, S. P. (1997). Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(1), 45–57.

Di Liegro, C. M., Schiera, G., Proia, P., & Di Liegro, I. (2019). Physical Activity and Brain Health. *Genes*, 10(9), 720.

Gordon, G. R., Choi, H. B., Rungta, R. L., Ellis-Davies, G. C., & MacVicar, B. A. (2008). Brain metabolism dictates the polarity of astrocyte control over arterioles. *Nature*, *456*(7223), 745-749.

Halestrap, A. P., & Wilson, M. C. (2012). The monocarboxylate transporter family--role and regulation. *IUBMB life*, *64*(2), 109–119.

Lambertus, M., Øverberg, L. T., Andersson, K. A., Hjelden, M. S., Hadzic, A., Haugen, Ø. P., Storm-Mathisen, J., Bergersen, L. H., Geiseler, S., & Morland, C. (2021). L-lactate induces neurogenesis in the mouse ventricular-subventricular zone via the lactate receptor HCA₁. *Acta physiologica (Oxford, England)*, *231*(3), e13587.

Magistretti, P. J., & Allaman, I. (2015). A cellular perspective on brain energy metabolism and functional imaging. *Neuron*, *86*(4), 883-901.

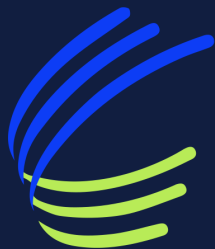
Magistretti, P., Allaman, I. Lactate in the brain: from metabolic end-product to signalling molecule. *Nat Rev Neurosci* **19**, 235–249 (2018).

McEntee, W. J., & Crook, T. H. (1993). Glutamate: its role in learning, memory, and the aging brain. *Psychopharmacology*, *111*(4), 391–401.

Morland, C., Andersson, K. A., Haugen, Ø. P., Hadzic, A., Kleppa, L., Gille, A., Rinholm, J. E., Palibrk, V., Diget, E. H., Kennedy, L. H., Stølen, T., Hennestad, E., Moldestad, O., Cai, Y., Puchades, M., Offermanns, S., Vervaeke, K., Bjørås, M., Wisløff, U., Storm-Mathisen, J., ... Bergersen, L. H. (2017). Exercise induces cerebral VEGF and angiogenesis via the lactate receptor HCAR1. *Nature communications*, *8*, 15557

Pierre, K., & Pellerin, L. (2005). Monocarboxylate transporters in the central nervous system: distribution, regulation and function. *Journal of neurochemistry*, *94*(1), 1-14.

Rabelo, P. D. C. R. (2024). A influência das monoaminas-dopamina e serotonina-na capacidade de realizar o exercício físico. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, *29*(311).



Ranganathan, P., Shanmugam, A., Swafford, D., Suryawanshi, A., Bhattacharjee, P., Hussein, M. S., Koni, P. A., Prasad, P. D., Kurago, Z. B., Thangaraju, M., Ganapathy, V., & Manicassamy, S. (2018). GPR81, a Cell-Surface Receptor for Lactate, Regulates Intestinal Homeostasis and Protects Mice from Experimental Colitis. *Journal of immunology (Baltimore, Md. : 1950)*, *200*(5), 1781–1789

Soares-Cunha, C., Coimbra, B., Sousa, N., & Rodrigues, A. J. (2016). Reappraising striatal D1- and D2-neurons in reward and aversion. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, *68*, 370–386.

Sun, Z., Han, Y., Song, S., Chen, T., Han, Y., & Liu, Y. (2019). Activation of GPR81 by lactate inhibits oscillatory shear stress-induced endothelial inflammation by activating the expression of KLF2. *IUBMB life*, *71*(12), 2010–2019

Zhou, J., Liu, T., Guo, H., Cui, H., Li, P., Feng, D., ... & Wang, Y. (2018). Lactate potentiates angiogenesis and neurogenesis in experimental intracerebral hemorrhage. *Experimental & Molecular Medicine*, *50*(7), 1-12